

PATI TALAS (*Colocasia Esculenta* (L.) Schott) SEBAGAI ALTERNATIF SUMBER PATI INDUSTRI**Nita Aryanti*, Yovita Asih Kusumastuti dan Wida Rahmawati**Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Kampus Undip Tembalang, Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, 50275

*Email: nita.aryanti@che.undip.ac.id

Abstrak

Kandungan pati dalam talas mencapai 13-29% dengan karakteristik yang baik. Penelitian ini difokuskan pada ekstraksi pati dari umbi talas, tepung talas dan modifikasi pati dengan hidrolisa asam. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji pengaruh metode ekstraksi dan modifikasi pati talas terhadap karakteristik produk serta sifat amilograf pati talas. Tahapan penelitian yang dilakukan terdiri dari pembuatan pati dari umbi talas dan tepung talas, modifikasi pati talas, analisis hasil pati dan karakterisasi pati. Karakterisasi pati meliputi kadar air, kadar pati, kadar amilosa, kadar amilopektin dan karakterisasi fisik. Sedangkan karakterisasi fisik yang dilakukan adalah bentuk dan ukuran granula pati (berdasarkan hasil Scanning Electron Microscopy), serta sifat amilografi pati. Hasil penelitian menunjukkan bahwa yield pati yang diperoleh dari umbi talas lebih besar dari yield pati yang diperoleh dari tepung talas yaitu sebesar 46,67%. Karakterisasi pati talas menunjukkan bahwa kadar air pati modifikasi menunjukkan nilai yang paling rendah yaitu 5.3%. Pati dari umbi talas memiliki kadar pati dan amilopektin paling tinggi dibandingkan dengan pati hasil penelitian lainnya dengan nilai kadar pati 80% dan kadar amilopektin 74,45%. Sedangkan kadar amilosa pati hasil penelitian lebih rendah dibandingkan dengan kadar amilosa pati komersial lainnya. Temperatur gelatinisasi paling tinggi terjadi pada pati dari umbi talas yaitu, 70°C. Hasil SEM pada pati talas menunjukkan bahwa bentuk pati talas cenderung bulat dengan ukuran granula mendekati pati jagung dan pati beras.

Kata kunci: pati, talas, modifikasi, asam**PENDAHULUAN**

Pati (*starch*) merupakan salah satu jenis karbohidrat yang banyak terdapat di alam, dan dapat diperoleh dari berbagai bagian tubuh tanaman seperti biji, akar, batang maupun sereal. Pati merupakan sumber salah satu karbohidrat primer dan merupakan bahan baku dalam industri pangan, farmasi maupun kosmetik. Beberapa pati industri yang banyak digunakan adalah pati singkong, jagung, kentang dan gandum (Deka and Sit, 2016).

Pati termasuk suatu biopolimer semi-kristalin berupa polisakarida yang terbentuk dari unit-unit glukosa yang berikatan dengan ikatan glikosida. Secara spesifik, ikatan glikosida dalam pati adalah $\alpha(1-4)$ -glikosida, yaitu suatu ikatan kovalen yang menggabungkan 2 molekul monosakarida. Berdasarkan dari sumber tanamannya, pati mengandung 20-25% amilosa dan 75-80% amilopektin (Karmakar *et al.*, 2014). Amilosa merupakan rantai linier primer dari unit D-glukosa yang dihubungkan oleh ikatan $\alpha(1-4)$ -. Sedangkan amilopektin adalah polimer dari unit glukosa yang bercabang, yang dihubungkan dengan ikatan glikosida α -D-(1-4)- dengan

cabang α -D-(1-6) yang terbentuk setiap 24-30 unit glukosa.

Salah satu sumber pati di Indonesia yang belum banyak dimanfaatkan sebagai pati industri adalah talas (*Colocasia esculenta* L. Schott). Talas mengandung 13-29% pati, kelembaban 63-85% dan beberapa residu seperti riboflavin, vitamin C, abu, dll (Karmakar *et al.*, 2014). Pati talas sebenarnya sangat potensial sebagai pati industri. Pati talas mempunyai swelling power dan peak viscosity yang tinggi (Alam and Hasnain., 2009), serta dapat membentuk struktur gel yang halus karena ukuran granul yang kecil (Tattiyakul *et al.*, 2006).

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk pengambilan pati dari talas. Ekstraksi pati talas dapat dilakukan dari tepung talas dengan ekstraksi sederhana menggunakan air, proses wet milling (Ahmed and Khan 2013) dan proses sentrifugasi (Zeng *et al.*, 2014). Selain itu, pati asli (tanpa proses modifikasi) mempunyai keterbatasan dalam pengolahan pangan karena mempunyai jarak peak viscositynya sempit, kurang jernih, ketika dipanaskan membentuk pasta yang lemah dan

elastis serta menghasilkan gel yang tidak diinginkan ketika didinginkan atau selama penyimpanan karena retrogradasi dan presipitasi (Abbas *et al.*, 2010, dan Sharma *et al.*, 2015). Sifat fungsional dari pati asli dapat ditingkatkan dengan modifikasi melalui metode fisika, kimia maupun enzimatis (Deka and Sit, 2016).

Penelitian ini difokuskan pada ekstraksi pati talas dari umbi talas, tepung talas dan modifikasi pati talas dengan proses hidrolisa asam. Selama ini, penelitian tentang pengaruh metode ekstraksi pati talas dan modifikasi pati talas terhadap karakteristik produk serta sifat amilograf pati talas belum pernah dilakukan. Selain itu, hasil pati talas yang diperoleh dari umbi talas maupun tepung talas serta pati modifikasi selanjutnya dikarakterisasi serta dibandingkan dengan pati komersial yang ada di pasaran. Hal inilah yang merupakan kebaruan dari penelitian yang dilakukan.

METODE PENELITIAN

Pembuatan Pati dari umbi Talas

Pembuatan pati dari umbi talas dilakukan berdasarkan metode dari Widowati dkk. (1997) dengan modifikasi proses dari Omojola *et al.* (2011). Umbi talas dicuci bersih dengan air, dikupas dan dipotong-potong, kemudian direndam dalam larutan CaCO_3 20% selama 12 jam. Selanjutnya umbi talas dibilas dengan air bersih dan diparut. Parutan umbi talas direndam air selama 30 menit. Setelah perendaman, campuran diperas dan disaring sehingga menghasilkan suspensi, ampas dan air. Suspensi ditambahkan NaOH 0,05 N dan didiamkan agar mengendap selama 2 x 24 jam, selanjutnya supernatan didekantasi. Hasil endapan yang diperoleh dibilas dengan air bersih selama 3 kali, dan diendapkan. Endapan pati talas yang diperoleh dikeringkan dengan oven pada temperatur 45 °C sampai beratnya konstan dan dihaluskan.

Pembuatan Pati dari Tepung Talas

Pembuatan tepung talas dilakukan berdasarkan metode dari Jane *et al.* (1992) dengan modifikasi proses dari Widowati dkk. (1997). Umbi Talas dicuci bersih dengan air, dikupas dan dipotong tipis-tipis. Potongan umbi Talas yang sudah dipotong direndam dalam larutan CaCO_3 20% selama 12 jam. Kemudian irisan talas dibilas dengan air, ditiriskan dan dikeringkan dengan oven dengan temperatur 60 °C sampai beratnya konstan. Selanjutnya irisan

talas dihancurkan/ digiling sehingga dihasilkan tepung talas. Tepung talas yang diperoleh diekstrak patinya sesuai dengan metode pembuatan pati dari umbi talas.

Modifikasi Pati Talas

Proses modifikasi pati dilakukan berdasarkan metode yang digunakan oleh Thys *et al.* (2013) dengan beberapa modifikasi. Sejumlah 10 g/40 ml (b/v) pati talas yang diperoleh dari umbi talas ditambahkan larutan HCl 0.1 M dan dipanaskan dalam *water bath* dengan temperatur 44 °C dengan pengadukan konstan 150 rpm selama 6 jam. Setelah 6 jam, pH ditur menjadi 5.5 dengan penambahan secara lambat larutan NaOH 0.05 M. *Slurry* kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 2000 rpm selama 10 menit dan dibilas dengan air bersih sebanyak 40 ml dan dilanjutkan dengan sentrifugasi. Supernatan didekantasi dan endapan dikeringkan dengan oven pada temperatur pada temperatur 45 °C sampai beratnya konstan dan dihaluskan.

Analisis

Tepung talas dan pati talas yang diperoleh dihitung yieldnya dengan perhitungan yield pada persamaan (1), (2), (3).

$$Y_{\text{tepung}} = \frac{w_{\text{tepung}}}{w_{\text{umbi talas bersih}}} \quad (1)$$

Yield pati yang diperoleh dari umbi talas dapat dihitung dengan persamaan:

$$Y_{\text{pati}} = \frac{w_{\text{pati}}}{w_{\text{umbi talas bersih}}} \quad (2)$$

Sedangkan yield pati yang diperoleh dari tepung talas dapat dihitung dengan persamaan:

$$Y_{\text{pati}} = \frac{w_{\text{pati}}}{w_{\text{tepung talas}}} \quad (3)$$

Karakterisasi pati yang dilakukan meliputi kadar air, kadar pati, kadar amilosa dan kadar amilopektin, karakteristik fisik yang meliputi bentuk dan ukuran granula pati serta sifat amilografi pati. Analisis kadar pati dilakukan dengan metode Metode AOAC, kadar amilosa ditentukan dengan metode IRRI dan analisis kadar air dilakukan berdasarkan Metode oven. Sedangkan kadar amilopektin relatif dihitung berdasarkan selisih antara kadar pati dan amilosa. Untuk sifat amilografi

ditentukan berdasarkan temperatur dan waktu gelatinisasi. Penentuan waktu dan temperatur gelatinisasi dilakukan dengan metode yang digunakan oleh Iwuoha and Kalu (1995).

Karakteristik fisik berupa bentuk dan ukuran granula ditentukan dari hasil *Scanning Electron Microscopy/ SEM* (FEI Type Inspect-S50). Ukuran granula diprediksi dari gambar yang diperoleh dari SEM menggunakan software *ImageJ*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Yield dan Karakteristik Pati

Yield pati yang diperoleh meliputi yield tepung talas, yield pati (dari umbi talas) dan yield pati (dari tepung talas) sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Yield Pati Talas

Yield	Nilai (%)
Yield Tepung Talas	76
Yield Pati (dari Umbi Talas)	93
Yield pati (dari Tepung Talas)	81

Tabel 1 menunjukkan bahwa yield pati yang diperoleh untuk yield pati umbi talas lebih besar dari yield pati tepung. Hal ini disebabkan dalam umbi talas kandungan pati lebih banyak. Dalam pembuatan pati dari tepung talas, proses pembuatan pati melalui tahap penepungan terlebih dahulu sehingga pati yang di dapat jauh lebih sedikit. Karakteristik pati yang meliputi kadar air, kadar pati, kadar amilosa dan kadar amilopektin dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa kadar air pati yang dihasilkan dari umbi talas mempunyai nilai yang paling tinggi dibandingkan dengan jenis pati yang lain. Selain itu pati dari umbi talas mempunyai kadar air yang lebih besar dibandingkan dengan kadar air pati dari tepung talas maupun pati modifikasi. Hal ini disebabkan karena dalam pengambilan ekstrak pati dari umbi masih banyak memiliki kandungan air, sementara pati dari tepung talas kandungan air yang dimiliki sedikit karena dalam proses penepungan telah mengalami pengeringan. Sedangkan nilai kadar air terkecil berasal dari pati modifikasi ini karena perlakuan pada modifikasi yang dapat mempengaruhi kandungan air yang dimiliki.

Standar mutu pati Industri di Indonesia adalah kadar air maksimum 14%, kadar abu maksimum 15%, kadar pati minimum 75%

dengan nilai derajat putih minimal 85% (Widowati, dkk., 1997). Namun demikian, kadar air pati yang diperoleh cukup baik karena masih memenuhi standar mutu industri pati di Indonesia yaitu kurang dari 14 %. Apabila dibandingkan dengan data pati komersial lainnya seperti pati jagung, pati singkong dan pati beras, nilai kadar air yang diperoleh juga masih memenuhi standar pati industri.

Tabel 2 juga menunjukkan bahwa kadar pati talas dari umbi talas dan pati dari tepung talas masih memenuhi standar pati industri. Kadar pati dari tepung talas mempunyai nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan pati yang diperoleh dari umbi talas. Hal ini dimungkinkan karena proses ekstraksi pati yang berbeda. Pati dari umbi diperoleh dengan proses pamarutan langsung dari umbi talas, sehingga akan menghasilkan pati yang lebih murni. Proses pamarutan berpengaruh pada tingginya kadar pati dari pati umbinya. Dengan proses pamarutan, jumlah pati yang terlepas mencapai 70 - 90 % karena adanya efek pamarutan atau *rasping effect* (Pudjiono, 1998). Dengan demikian, pati yang dibuat melalui proses pamarutan akan mempunyai kadar pati lebih tinggi daripada pembuatan tepung.

Namun, kadar pati pada pati modifikasi mempunyai nilai di bawah standar pati industri. Kadar pati modifikasi yang rendah ini disebabkan adanya pengaruh pemanasan dalam proses yang menyebabkan penurunan kandungan kadar pati. Selain itu, penurunan kadar juga disebabkan karena adanya degradasi yang terjadi selama proses hidrolisis dengan asam (Lawal, 2004).

Selain itu Tabel 2 menunjukkan bahwa kadar amilosa pati hasil penelitian mempunyai nilai yang cukup rendah dibandingkan dengan kadar amilosa pati komersial lainnya. Hal ini disebabkan karena sifat hidrofillik dari amilosa (mempunyai gugus hidroksil) sehingga mempunyai kemampuan untuk membentuk ikatan hidrogen dan bersifat larut dalam air.

Kadar amilosa pati modifikasi mempunyai nilai yang lebih rendah dibandingkan pati dari umbi talas. Penurunan kadar amilosa ini dapat disebabkan karena disebabkan karena hidrolisis asam juga menyerang sebagian dari amilosa (Singh and Ali., 2000). Secara spesifik dijelaskan bahwa hidrolisis terjadi pada bagian amorf dari granul pati, dimana amilosa terdapat pada bagian amorf dari granul pati (Wang and Copeland, 2015).

Tabel 2. Karakteristik Pati Talas dan Beberapa Jenis Pati Industri

No.	Jenis Pati	Kadar Air (%)	Kadar Pati (%)	Kadar Amilosa (%)	Kadar Amilopektin (%)
1.	Pati dari Umbi Talas	13.18	80	5.55	74.45
2.	Pati dari Tepung Talas	9.4	75	3.75	71.43
3.	Pati modifikasi	5.3	65	4.12	60.88
4.	Pati Jagung*	6.06-8.45	n.a.	7.45-8.09	n.a.
5.	Pati Singkong**	10.4 ± 0.08	84.5 ± 0.48	19.5 ± 0.07	n.a.
6.	Pati Beras*	8.77-10.62	n.a.	4.90-6.33	n.a.

* (Ali *et al.*, 2016), ** (Oladunmoye *et al.*, 2015)

Sifat Amilografi Pati

Sifat Amilografi yang meliputi waktu dan temperature gelatinisasi pati serta pati lainnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Sifat Amilografi Pati Talas, Pati Talas Modifikasi, dan Berbagai Jenis Pati Industri

Jenis Pati	Waktu Gelatinisasi (detik)	Temperatur Gelatinisasi (°C)
Pati dari Umbi Talas	194	70
Pati dari Tepung Talas	125	69
Pati talas modifikasi	66	50
Pati Jagung	402	62-72
Pati Singkong	326	68-78
Pati Beras	305	52-64

Gelatinisasi merupakan pembengkakan granula sehingga tidak dapat kembali ke bentuk semula. Dengan adanya gelatinisasi, terjadi juga perubahan viskositas pati. Pemanasan yang semakin lama akan menyebabkan viskositas semakin tinggi. Pada saat larutan pati mencapai suhu gelatinisasi maka granula pati akan pecah. Hal ini mengakibatkan air dapat masuk di dalam granula pati. Waktu gelatinisasi adalah jumlah menit yang dibutuhkan untuk mencapai viskositas mulai terbentuk. (Iwuoha and Kalu, 1995).

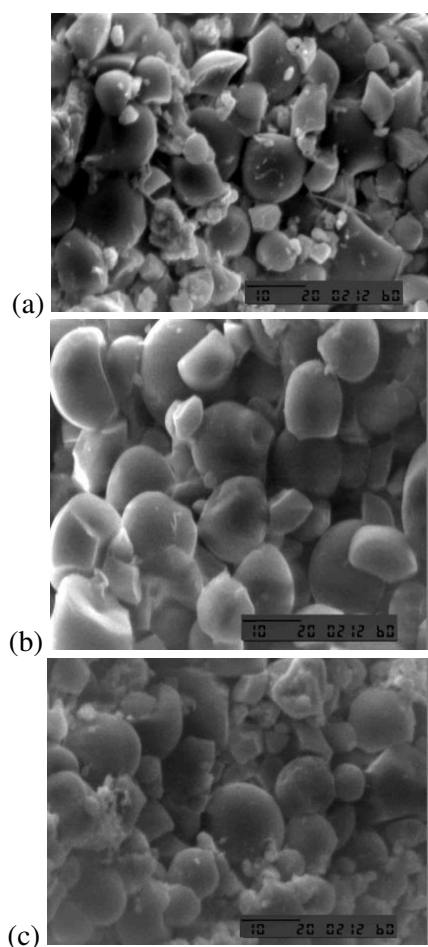
Temperatur gelatinisasi dari tepung talas berkisar 72°C (Iwuoha and Kalu, 1995) dan Tabel 3 menunjukkan temperatur gelatinisasi pati dari tepung talas hasil mempunyai nilai yang hampir mendekati. Sedangkan temperatur gelatinisasi pati yang diperoleh dari umbi talas adalah sekitar 72 - 78°C (Ali *et al.*, 2016). Selain itu, temperatur gelatinisasi pati dari umbi talas sedikit dibawah temperatur gelatinisasi pati dari umbi talas dari data di literatur. Pati

talas modifikasi menghasilkan pati dengan temperatur gelatinisasi yang paling rendah dibandingkan dengan pati yang lain dalam penelitian ini.

Tabel 3 menunjukkan bahwa pati talas modifikasi menghasilkan temperatur gelatinisasi yang paling rendah dibandingkan dengan pati yang lain dalam penelitian ini. Pati modifikasi menunjukkan temperatur gelatinisasi yang lebih rendah dibandingkan dengan pati non-modifikasi. Hal ini dimungkinkan karena hidrolisis dengan asam akan memperlebar transisi temperatur yang disebabkan oleh heterogenitas kristalit yang dibentuk pada wujud yang berbeda misalnya rantai samping kristalin amilopektin, retrograsi amilosa dan kompleks amilosa-lipid setelah hidrolisis asam (Wang and Copeland, 2015). Selain itu, sifat gelatinisasi yang lebih rendah dapat disebabkan karena pelemahan ikatan hidrogen selama hidrolisis asam. Pembentukan gugus kimia baru dalam granula pati dan depolimerisasi granula pati menghasilkan temperatur transisi gelatinisasi yang lebih rendah (Omojola *et al.*, 2011).

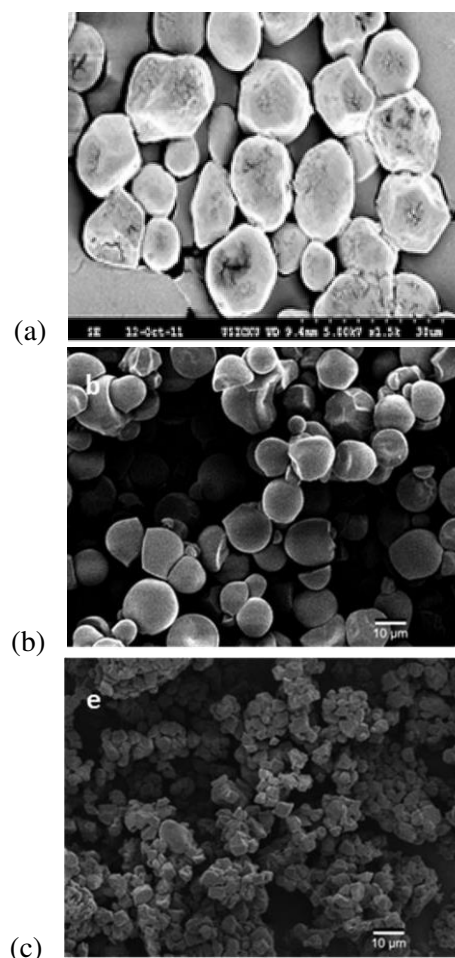
Bentuk dan Ukuran Granula Pati

Hasil *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk pati dari umbi talas, pati tepung dan pati talas modifikasi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bentuk Granula Pati: a. Pati dari Umbi Talas, b. Pati dari Tepung Talas, c. Pati Talas Modifikasi

Gambar 1 menunjukkan bentuk granula pati talas hasil penelitian yang secara umum berbentuk bulat, sehingga dapat dikatakan bahwa perlakuan yang diberikan tidak berpengaruh terhadap bentuk granula. Pati talas yang berbentuk bulat ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Moorthy (2002). Namun demikian hasil penelitian lain menunjukkan bahwa bentuk granula pati talas adalah polygon (Tattiyakul *et al.*, 2006) dan tidak beraturan (Zeng *et al.*, 2014). Apabila dibandingkan dengan bentuk pati komersial pembeding (Gambar 2), bentuk granula pati talas yang diperoleh lebih mendekati bentuk pati singkong dan pati beras yaitu berbentuk bulat.



Gambar 2 Bentuk Granula Pati Komersial : a. Pati Jagung (Ali *et al.*, 2016), (b) Pati Singkong (Waterschout *et al.*, 2014), c. Pati Beras (Waterschoot *et al.*, 2014)

Berdasarkan Gambar 1 dilakukan analisa terhadap bentuk dan diameter pati talas sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Diameter rata-rata Pati Talas

No.	Jenis Pati	Diameter granula (μm)
1.	Pati dari tepung talas	8.3
2.	Pati dari umbi talas	8.7
3.	Pati Talas Modifikasi	7.5

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa diameter rata-rata antara pati yang berasal dari tepung talas dan umbi talas hampir mendekati. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan yang dilakukan terhadap dua jenis pati itu tidak berpengaruh pada ukuran granula. Sementara itu, pati modifikasi memiliki diameter rata –

rata terkecil. Hal ini disebabkan perlakuan proses gelatinisasi atau pemanasan yang dilakukan terhadap pati modifikasi berpengaruh terhadap ukuran granula, meskipun pengaruhnya tidak signifikan.

Tabel 5 Diameter rata-rata dan bentuk Granula Pati Komersial

Jenis Pati	Bentuk Granula	Diameter granula(μm)
Pati Jagung*	Bulat, polygonal	11.8-12
Pati Singkong**	Bulat	3-32
Pati Beras**	Polyhedral	3-8

* (Ali *et al.*, 2016), ** (Waterschoot *et al.*, 2014)

Tabel 5 menunjukkan diameter rata – rata dan bentuk granula pati komersial. Apabila dibandingkan dengan diameter pati komersial, maka ukuran granula pati talas yang dihasilkan lebih cenderung mendekati pati jagung dan pati beras.

KESIMPULAN

Ekstraksi pati talas dari umbi dan tepung talas telah dilakukan. Yield pati tertinggi dihasilkan pada ekstraksi dari umbi talas yaitu sebesar 46.67%. Dari proses karakterisasi pada hasil pati talas diketahui bahwa, pati dari umbi talas memberikan hasil yang paling baik. Kadar air pati dari umbi talas memiliki nilai paling tinggi yaitu 13.18% namun masih memenuhi standar mutu pati di Indonesia yaitu kadar air maksimum 14%. Kadar pati hasil ekstraksi dari umbi talas, memberikan nilai tertinggi yaitu, 80%. Pati umbi talas memiliki kadar amilosa dan amilopektin lebih tinggi dari pati hasil penelitian lainnya yaitu, 5.55% dan 74.45%. Pati talas hasil penelitian dan pati komersial menunjukkan temperatur gelatinisasi yang hampir sama yaitu pada kisaran 50-70°C. Sedangkan waktu gelatinisasi pati hasil penelitian menunjukkan nilai yang lebih rendah dari pati komersial, dimana nilai terendah didapatkan pada pati hasil modifikasi yaitu 66 detik. Hasil SEM pada pati hasil penelitian menunjukkan bahwa pati talas memiliki bentuk granula yang cenderung bulat. Ukuran granula pati talas hasil penelitian telah mendekati ukuran granula pati komersial yaitu pati jagung dan pati beras. Penelitian ini menunjukkan bahwa ekstraksi pati akan lebih baik dilakukan dari umbi talas daripada tepung talas. Karakteristik pati hasil penelitian juga telah mendekati karakteristik pati komersial baik

secara kimia maupun fisik. Namun pengaruh modifikasi pati dengan hidrolisa asam masih memerlukan kajian lebih lanjut terutama pengaruhnya terhadap sifat amilograf pati.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, K.A., Khalil, S. K. and Hussin, A. S. M., 2010, Modified starches and their usages in insected food products: a review study, *Journal of Agriculture and Science*, 2, pp. 90–100.
- Ahmed, A. and Khan, F., 2013, Extraction of Starch from Taro (*Colocasia esculenta*) and Evaluating it and Further using Taro Starch as Disintegrating Agent in Tablet Formulation with Over All Evaluation. *Inventi Rapid: Novel Excipients*, (2), pp. 1-5.
- Alam, F. and Hasnain, A., 2009, Studies on swelling and solubility of modified starch from Taro (*Colocasia esculenta*): Effect of pH and temperature, *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 74, pp. 45–50.
- Ali, A., Wani, T.A., Wani, I. A. and Masoodi, F.A., 2016, Comparative study of the physico-chemical properties of rice and corn starches grown in Indian temperate climate, *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 15, pp. 75–82.
- Deka, D. and Sit, N., 2016, Dual modification of taro starch by microwave and other heat moisture treatments. *International Journal of Biological Macromolecules*, 92, pp. 416–422.
- Iwuoha, C. I., and Kalu, F. A., 1995, Calcium oxalate and physico-chemical properties of cocoyam (*Colocasia esculenta* and *Xanthosoma sagittifolium*) tuber flours as affected by processing, *Food Chemistry*, 54, pp. 61-66.
- Jane, J., Shen, L., Chen, J., Lim, S., Kasemsuwan, T. and Nip, W. K., 1992, Physical and Chemical Studies of Taro Starches and Flours, *Cereal Chemistry*, 69(5), pp. 528-535.

- Karmakar, R., Ban, D. K. and Ghosh, U, 2014, Comparative study of native and modified starches isolated from conventional and nonconventional sources, *International Food Research Journal*, 21(2), pp. 597-602.
- Lawal, O. S. 2004, Composition, Physicochemical Properties and Retrogradation Characteristics of Native, Oxidised, Asetilated Acid-Thinned New Cocoyam (*Xanthosoma Sagittifolium*) Starch. *Food Chemistry*, 87, pp. 205-218.
- Moorthy, S. N., 2002, Physicochemical and functional properties of tropical tuber starches: a review. *Starch-Stärke*, 54(12), pp. 559-592.
- Oladunmoye, O. O., Aworh, O. C., Maziya-Dixo, B., Erukainure, O. L. and Elemo, G. N., 2014, Chemical and functional properties of cassava starch, durum wheat semolina flour, and their blends, *Food Science & Nutrition*, 2(2), pp. 132– 138.
- Omojola M. O., Manu N., and Thomas S. A., 2011, Effect of acid hydrolysis on the physicochemical properties of cola starch, *African Journal of Pure and Applied Chemistry*, 5(9), pp. 307-315.
- Pudjiono, E., 1998. "Konsep Pengembangan Mesin untuk Menunjang Pengadaan Pati Garut". *Semiloka Agroindustri Kerakyatan. IAITP-BPPT*, Jakarta
- Sharma, M., Yadav, D. N., Singh, A. K. and Tomar, S. K., 2015, Rheological and functional properties of heat moisture treated pearl millet starch, *Journal of Food Science and Technology*, 52 (10), pp. 6502–6510.
- Singh, V. and Ali, S. Z., 2000, Acid degradation of starch. The effect of acid and starch type. *Carbohydrate polymers*, 41(2), pp. 191-195.
- Tattiyakul, J., Asavasaksakul, S. and Pradipasena, P., 2006, Chemical and physical properties of flour extracted from taro *Colocasia esculenta* (L.), Schott grown in different regions of Thailand, *Science Asia*, 32, pp. 279–284.
- Thys, R. C. S., Aires, A. G., Marczak, L. D. F. and Noreña, C.P.Z., 2013, The effect of acid hydrolysis on the technological functional properties of pinhão (*Araucaria brasiliensis*) starch, *Food Science and Technology*, 33 (Supl. 1), pp. 89-94.
- Wang, S. and Copeland, L., 2015, Effect of acid hydrolysis on starch structure and functionality: A review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 55(8), pp. 1081-1097.
- Waterschoot, J., Gomand, S. V., Fierens, E. and Delcour, J. A., 2014, Production, structure, physicochemical and functional properties of maize, cassava, wheat, potato and rice starches, *Starch/Stärke*, 66, pp. 1–16.
- Widowati, S., Waha, M. G. dan Santosa, B.A.S., 1997, Ekstraksi dan Karakterisasi Sifat Fisikokimia dan Fungsional Pati Beberapa Varitas Talas (*Colocassia Esculenta* L. Schott), Bali, *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pangan*.
- Zeng, F. K., Liu, H. and Liu, G., 2014, Physicochemical properties of starch extracted from *Colocasia esculenta* (L.) Schott (Bun-long taro) grown in Hunan, China. *Starch-Stärke*, 66(1-2), pp. 142-148.